Zeitschrift: Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles

Herausgeber: Société Vaudoise des Sciences Naturelles

Band: 48 (1912)

Heft: 177

Artikel: Nouvelle étude expérimentale sur le géotropisme et essai d'une théorie mathématique de ce phénomène

Autor: Maillefer, Arthur

Kapitel: Interprétation des résultats numériques fournis par les expériences

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-269358

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

voir du thermomètre est à la hauteur de l'axe auquel les plantes sont fixées. Toutes les dispositions ont été prises pour qu'aucun rayon lumineux ne puisse atteindre les plantes pendant les lectures du thermomètre.

M. le professeur C. Dutoit a bien voulu vérifier (le 6 juillet 1912) le thermomètre dont je me suis servi et le comparer aux thermomètres étalons du laboratoire de physique. Les indications de mon instrument ont été trouvées régulièrement insuffisantes de 0.1° entre 10° et 30°. *Les températures données dans les tableaux de ce travail devront donc toutes être augmentées de 0.1°.*

J'ai renoncé à planter trois grains d'avoine dans chaque pot ; je n'en plante plus qu'un au centre du vase.

Pour utiliser le cathétomètre dans les cas où la plante n'occupe pas la position horizontale, j'ai fait construire un pied solide qui maintient le cathétomètre dans n'importe quelle position (M fig. 1 et 2). Un cercle gradué permet de placer l'instrument dans la position désirée. L'appareil a été réglé pendant sa construction de façon à ce que sa mise de niveau fût le plus simple possible. Elle se fait de la manière suivante : on place le cathétomètre de façon que l'index soit sur le zéro du cadran (au centre); puis à l'aide d'un niveau à bulle placé sur la tige graduée du cathétomètre et des vis calantes placées sous les trois pieds de l'appareil, on s'arrange pour que la tige du cathétomètre soit dans un plan horizontal. Ceci fait, on peut utiliser l'appareil, il est réglé pour n'importe quelle position.

Interprétation des résultats numériques fournis par les expériences.

Prenons un certain nombre de plantes d'avoine; plaçons-les horizontalement et notons de cinq en cinq minutes le déplacement, que nous désignerons par h, du sommet de la plante, déplacement compté à partir de la position que ce sommet occupait au début de l'expérience ; nous

constaterons que les déviations des diverses plantes, au même moment, ne seront pas les mêmes ; si nous faisons un graphique en portant pour chaque plante en abcisses les temps et en ordonnées les déviations et si nous joignons ces points par une courbe, nous verrons que toutes ces courbes sont différentes. Comme c'est l'allure de ces courbes qui doit nous donner la loi régissant la courbure géotropique, au premier aspect cette loi ne nous semblera pas nette ; pour obtenir une courbe qui résume l'ensemble des expériences, nous prendrons la moyenne de toutes les valeurs de la déviation h d'une série d'expériences pour chacun des intervalles de temps. En portant les moyennes des déviations en ordonnées, nous pourrons tracer une courbe qui doit nous donner la loi de la courbure géotropique ; mais si nous refaisons une nouvelle série d'expériences dans les mêmes conditions, les moyennes nous fourniront une courbe ressemblant en général à la première, mais cependant différente. Comment interpréterons-nous ces résultats ?

La théorie du calcul des probabilités enseigne que plus l'on part d'expériences nombreuses, plus on a de chances d'arriver à la moyenne exacte ; en pratique, on doit se limiter et se contenter de séries ne comprenant qu'un petit nombre d'expériences (10, 15, 20, peut-être 50 ou 100), de sorte que les moyennes ne nous donnent que des valeurs approchées.

Cela n'empêchera pas d'utiliser ces moyennes à la condition qu'on puisse en mesurer l'approximation. A priori, on peut dire que plus les valeurs expérimentales sont voisines les unes des autres, plus la moyenne aura de chances d'être exacte.

On appelle, en biométrie, *index de variabilité*, σ, un nombre qui mesure l'écart plus ou moins grand des résultats entre eux et qui est donné par

$$\sigma = \frac{\sqrt{\Sigma (x^2)}}{n}$$

où x est l'écart entre chacun des résultats et la moyenne, et n le nombre des chiffres dont on cherche la moyenne. Le calcul de σ se fait très facilement en utilisant les schémas donnés dans tous les traités de biométrie[1].

La précision d'une moyenne varie en sens inverse de l'index de variabilité ; mais elle est également fonction du nombre n des expériences ; on utilise comme mesure de la précision d'une moyenne, le *poids* de cette moyenne ; c'est l'inverse de l'*erreur probable* E donnée par

$$E = \frac{\pm 0{,}6745 \cdot \sigma}{\sqrt{n}}$$

L'erreur probable[2] est une quantité telle qu'il y a autant de chances pour que la valeur exacte cherchée soit comprise entre la moyenne moins l'erreur probable et la moyenne plus l'erreur probable.

En portant en ordonnées les valeurs moyennes de la déviation pour les divers intervalles de temps portés en abcisses, on obtient une ligne brisée se rapprochant plus ou moins d'une courbe. Cette courbe pourra peut-être se traduire en une loi et mettre sur la piste d'une hypothèse. Je dis peut-être, car il pourra arriver que la loi soit trop compliquée pour qu'à l'inspection de la courbe il soit possible de la deviner. Par une série de points, il est toujours possible de faire passer une quantité de courbes aux équations plus ou moins compliquées mais ne présentant un intérêt que s'il est possible de les ramener à d'autres courbes connues pour le même phénomène, en un mot que s'il est possible de les faire rentrer dans une théorie. Qu'on ne s'inquiète point s'il n'est pas possible de trouver immédiatement une relation ; le tableau des

[1] E. B. Davenport. *Statistical methods with special reference to biological variation.* New-York. John Wiley und Sons, 1904.

Duncker Georg. *Die Methode der Variationsstatistik.* Leipzig, Engelmann. 1899.

[2] Les calculs sont facilités en employant les *Tables for facilitating the computation of probabl errors*, de Winifred Gibson. Biometrica, vol. IV, 1906, p. 385.

résultats expérimentaux demeure et servira un jour ou l'autre à vérifier des hypothèses émises en partant de bases expérimentales différentes.

J'ai cru pouvoir admettre pour résumer mes expériences, où une plante d'avoine est placée horizontalement et observée de 5 en 5 minutes, la formule

$$h = at + bt^2.$$

Pour calculer la valeur des constantes a et b j'ai utilisé la méthode des moindres carrés[1]; avec cette méthode, toutes les déviations moyennes de h pour tous les intervalles de temps sont utilisés. Dans mon travail de 1910, j'ai calculé a et b sans tenir compte du poids des valeurs de h moyen; or, ce poids est très différent suivant les intervalles considérés ; en général, plus les temps sont longs plus les poids sont faibles, ou, ce qui revient au même, plus les erreurs probables sont considérables. Dans ce travail, j'ai recalculé a et b en tenant compte du poids des moyennes de h; pour cela, j'ai fait intervenir dans les calculs par la méthode des moindres carrés les valeurs de h un nombre de fois proportionnel au poids de h. Les valeurs de a et de b données plus loin sont donc *les valeurs les plus probables.*

La nutation comme cause d'erreurs dans les expériences sur le géotropisme.

La coléoptile de l'avoine effectue constamment des mouvements de nutation ; ce sont des mouvements de balancement qui se font dans un plan ou presque. La coléoptile a une structure bilatérale et le plan de nutation reste sensiblement fixe. Ce phénomène se superposant au mouvement géotropique, il est indispensable de voir quelles

[1] Anton Steinhauser. *Die Lehre von der Austellung empirischer Formeln mit Hilfe der Methode der kleinsten Quadrate.* Leipzig. Teubner 1889.

Pour les calculs numériques, j'ai utilisé les *Tables de calculs* de Louis Zimmermann. Liebenwerda, R. Reiss, 1901, qui épargnent beaucoup de temps.